

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06184966 A**

(43) Date of publication of application: **05.07.94**

(51) Int. Cl  
**D07B 1/06**  
**B60C 9/00**  
**F16G 1/12**

(21) Application number: **04330707**

(22) Date of filing: **10.12.92**

(71) Applicant: **BRIDGESTONE BEKAERT  
STEEL CODE KK**

(72) Inventor: **KANEDA AKIHIRO  
SHIZUKU TAKAHISA**

**(54) STEEL CORD FOR REINFORCING RUBBER  
ARTICLE AND ITS PRODUCTION**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To attain lightening of a rubber composite and improvement of durability thereof by providing high tensile strength and excellent resistance to fatigue to steel cord.

**CONSTITUTION:** The steel cord is obtained by stranding plural raw wires made of high carbon steel. The raw wire has a cord structure satisfying the formula  $T^2 230 - 148 \log D$  in the relationship between the diameter D (mm) and the

tensile strength T ( $\text{kgf/mm}^2$ ) and satisfying the formula  $R^3 0.009T - 0.3$  in the relationship between an existence ratio R of the face (111) to the face (011) in the inside of the raw wire occupying 50% of the volume centering the axis of the raw wire and tensile strength T of the raw wire.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-184966

(43)公開日 平成6年(1994)7月5日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
D 0 7 B 1/06	A			
B 6 0 C 9/00	J	8408-3D		
F 1 6 G 1/12				

審査請求 未請求 請求項の数 4(全 6 頁)

(21)出願番号	特願平4-330707	(71)出願人	000112967 ブリヂストン・ベカルト・スチール・コード株式会社 東京都中央区京橋1丁目18番1号
(22)出願日	平成4年(1992)12月10日	(72)発明者	金田 章弘 栃木県黒磯市下中野800 ブリヂストン・ベカルト・スチール・コード株式会社栃木工場内
		(72)発明者	早 孝久 栃木県黒磯市下中野800 ブリヂストン・ベカルト・スチール・コード株式会社栃木工場内
		(74)代理人	弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 ゴム物品補強用スチールコードおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 スチールコードに高い引張り強さと優れた耐疲労性を与えることによって、ゴム複合体の軽量化と耐久性の向上を達成する。

【構成】 高炭素鋼からなる複数本の素線を撚り合わせたスチールコードであって、該素線は、その直径D(mm)および引張り強さT(kgf/mm<sup>2</sup>)が下記式を満足する関係にあり、かつ素線の軸を中心として、その体積の50%を占める素線内部における、(011)面に対する(111)面の存在比Rが素線の引張り強さTに関して下記式(2)を満足するコード構造とする。

【数1】

記

$$T \geq 230 - 148 \log D \text{ ---- (1)}$$

$$R \geq 0.009 T - 0.3 \text{ ---- (2)}$$

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高炭素鋼からなる複数本の素線を撚り合わせたスチールコードであって、該素線は、その直径D (mm)および引張り強さT (kgf/mm<sup>2</sup>) が下記式(1)を満足する関係にあり、かつ素線の軸を中心として、その体積の50%を占める素線内部における、(011)面に対する(111)面の存在比Rが素線の引張り強さTに関して下記式(2)を満足することを特徴とするゴム物品補強用スチールコード。

## 【数1】

記

$$T \geq 230 - 148 \log D \text{ ---- (1)}$$

$$R \geq 0.009 T - 0.9 \text{ ---- (2)}$$

【請求項2】 (011)面に対する(111)面の存在比Rが下記式を満足する、請求項1記載のゴム製品補強用スチールコード。

## 【数2】

記

$$Y \geq 0.007 T + 0.7$$

【請求項3】 高炭素鋼からなるスチールコード用線材に、減面率が90%以上の伸線加工を施すに当たり、線材に生じる真歪εが2.0までの範囲の伸線加工は加工深度が60%以上のダイスを1つ以上使用し、真歪εが2.0をこえる範囲の伸線加工は加工深度が30%以上のダイスを1つ以上使用して、最終伸線を終了して得た素線の複数本を撚り合わせることを特徴とするゴム物品補強用スチールコードの製造方法。

【請求項4】 真歪εが2.0までの範囲の伸線加工は加工深度が80%以上のダイスを1つ以上使用し、真歪εが2.0をこえる範囲の伸線加工は加工深度が60%以上のダイスを1つ以上使用する、請求項3記載のコードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、空気入りタイヤやコンパベルト等のゴム物品の補強材として用いられるスチールコードおよび該コードを製造する方法に関し、特にスチールコードに高い引張り強さと優れた耐疲労性を与えることによって、ゴム物品の軽量化と耐久性の向上を達成しようとするものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ゴム物品の軽量化には、ゴム物品を補強するスチールコードの引張り強さを高めて、より少ないまたはより細いスチールコードでゴム物品を補強すること、またゴム物品の耐久性の改善には、特にスチールコードの耐疲労性を向上すること、が有利である。そのため、スチールコードの強度および耐疲労性の向上に対する要望は益々強くなっている。

【0003】 スチールコードの強度を向上する手法としては、スチールコードの原料となる線材の炭素含有量を一般の線材よりも高めること、或いは伸線加工率を高めることなどが提案されている。しかし、素線の炭素含有量を高めたり、伸線加工率を大きくすると、スチールコードの耐疲労性が損われるという、新たな問題が発生する。そこで、コードの耐疲労性を改善するため、スチールコードの原料となる線材の組成を高合金化して組織を微細パーライトにしたり、線材中に含まれる非金属介在物を減少する等の試みがなされている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、高価な元素を使用するため、スチールコードの原料コストが上昇し、一方線材中の非金属介在物を極力減少するには、製造工程が複雑になってコスト増をまねくため、いずれにしても経済的に不利である。さらにこのような線材を用いてスチールコードを製造しても、必ずしも高い引張り強さと耐疲労性とを同時に満足できない場合があった。特に、耐疲労性の低下はタイヤなどの荷重負荷状態で繰り返し曲げが作用するゴム物品において、繰り返し曲げによってスチールコードを構成する素線の幾本かが破断し、それがコード破断に進展し、ひいてはゴム複合体、すなわちタイヤの疲労破壊につながるため、重大な問題である。

【0005】 そこでこの発明の目的は、高い引張り強さと優れた耐疲労性とを両立した、スチールコードおよびその製造方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 発明者らは、スチールコードを構成する素線の引張り強さと耐疲労性との関係について、スチールコードに通常使用されている線材を用いて鋭意検討を重ねた結果、スチールコードを構成する素線の、例えば伸線加工度を大きくして引張り強さを高めると、高伸線加工度になるほど素線の中心部に比べて表層部の加工度のほうが高くなり表層部の延性が低下する結果、素線の振り試験を行うと、少ない振り回数で破断する傾向にあることを見出した。素線の引張り強さを増大させるには素線全体の引張り強さを向上させることが重要であり、そのためには素線の内部にまで伸線加工を行うことが必要である。

【0007】 すなわち、この発明は、高炭素鋼からなる複数本の素線を撚り合わせたスチールコードであって、該素線は、その直径D (mm)および引張り強さT (kgf/mm<sup>2</sup>) が下記式(1)を満足する関係にあり、かつ素線の軸を中心として、その体積の50%を占める素線内部における、(011)面に対する(111)面の存在比Rが素線の引張り強さTに関して下記式(2)を満足することを特徴とするゴム物品補強用スチールコードである。

## 【数3】

$$T \geq 230 - 148 \log D \text{ ---- (1)}$$

$$R \geq 0.009 T - 0.3 \text{ ---- (2)}$$

【0008】このスチールコードは、高炭素鋼からなるスチールコード用線材に、減面率が90%以上の伸線加工を施すに当たり、線材に生じる真歪 $\epsilon$ が2.0までの範囲の伸線加工は加工深度が60%以上のダイスを1つ以上使用し、真歪 $\epsilon$ が2.0をこえる範囲の伸線加工は加工深度が30%以上のダイスを1つ以上使用して、最終伸線を終了して得た素線の複数本を撚り合わせるることによって、有利に製造し得る。

【0009】

【作用】スチールコードを構成する素線の引張り強さは、主に最終熱処理後の線材の引張り強さとその後の伸線加工度に依存するのであるが、特に伸線加工度の寄与が大きく、素線の引張り強さは、ほぼ伸線加工度に比例すると見做せる。しかし、伸線加工度には上限があり、それ以上の高加工を行うと伸線途中で断線するため、断線することなしに高い引張り強さを与え得る伸線は、極めて狭い範囲に限られてしまう。従って、素線の引張り強さは素線の直径に比例することになる。

【0010】図1に素線の直径と引張り強さとの関係を示すように、製品化されているコードを構成する素線の引張り強さ $T$ (kg/mm<sup>2</sup>)は、上記のように伸線加工度に上限のあることから、斜線領域、すなわち $T < 230 - 148 \log D$ にある。

【0011】一方、 $T \geq 230 - 148 \log D$ の素線が得られれば、コードに十分な強力を付与でき、従ってゴム物品の軽量化を達成できる。そこで、この発明においては、コードを構成する素線の引張り強さ $T$ を、 $T \geq 230 - 148 \log D$ の範囲とする。特にタイヤのような苛酷な使用条件が課せられるゴム物品に適用する場合は、引張り強さ $T$ を、 $T \geq 240 - 164 \log D$ の範囲とすることが好ましい。

【0012】上記のような高い引張り強さを有する素線は、理論上または実験室的には製造が可能であるが、 $T \geq 230 - 148 \log D$ まで引張り強さを高めると、上述した耐疲労性の劣化が著しいため、工業的規模での製品コードを得るに到っていないのが現状である。すなわち、高い引張り強さを付与したとしても、実用に足る耐疲労性が維持できないため、結局は高い引張り強さのコードが製品化されていないのである。

【0013】引張り強さを高めると、特に $T \geq 230 - 148 \log D$ まで引張り強さを高めると、耐疲労性が低下する現象は、素線表層の傷感受性が高くなることに起因していることから、この傷感受性の上昇を抑制する手段について種々検討した。その結果、素線の軸を中心として、その体積の50%を占める素線内部における、(011)面に対する(111)面の存在比 $R$ が素線の引張り強さ $T$

に関して、上記した式(2)を満足することが、傷感受性の低下に極めて有利であることを究明した。

【0014】具体的には、素線内部のX線回折法による逆極点図における、(011)面に対する(111)面の存在比 $R$ を、上記した式(2)の範囲とすることによって、素線中心部にまで伸線加工時の圧縮応力が働くため、高い引張り強さをそなえながらも、傷感受性の低い、従って耐疲労性に優れた素線を得ることができる。

【0015】図2に示す②から⑦の素線について、JIS G3522ピアノ線、6.2 振り試験に従って捻回値を測定したところ、加工深度の低いダイスパススケジュールで伸線された②から④の素線は、捻回特性が劣っており実用上問題があることが判明した。そこで、図3に示す素線の軸を中心にして体積の50%を占める内部における、(011)面に対する(111)面の存在比 $R$ と引張り強さとの関係、および図2に示した捻回値と引張り強さとの関係から、引張り強さと捻回値ともに優れた領域として下記式を実験的に導いた。

$$R \geq 0.009 T - 0.3$$

なお、(111)面/(011)面の存在比の測定を素線内部の50%体積に限定した理由は、伸線時の加工深度の効果を見るためである。すなわち、加工深度は線材の半径に対してであり、30%は体積にすれば約50%に相当し、また素線内部の50%体積以下の内部を測定することもできるが、試料の作成および測定精度の点から50%とした。また、この存在比 $R$ を $R \geq 0.007 T + 0.7$ の範囲とすれば、さらに高い捻回値の素線を得ることができ、断線時の断線を回避でき、コードにおける耐疲労性をより向上し得る。

【0016】次に、存在比 $R$ を上記した式(2)を満足する範囲とする具体的手法は、最終伸線を湿式連続伸線により行うと良い。まず、潤滑液中で伸線を行うことによって、伸線加工に伴う発熱による、素線の温度上昇を抑える。さらに、最終伸線の伸線加工条件を、次のように規制することにより、高い引張り強さをそなえ、かつ耐疲労性に優れた素線の製造が可能となる。

【0017】すなわち、素線の伸線加工度は、各ダイスにおける減面率と各ダイスのアプローチ角度 $\alpha$ によって変化するため、素線の表層部と内部との伸線加工度を均一化するには、上記の減面率とアプローチ角度とを考慮した、伸線加工深度を調整することが有利である。

【0018】この伸線加工深度とは、伸線加工において、図4に示すように、ダイスを出た線材の表面から線材中心までの距離を $Y$ とし、アプローチ角度 $\alpha$ のダイスのアプローチ部に線材が接している部分を底辺とする2等辺三角形の頂点からダイス出側の線材表面までの距離を $X$ としたとき、 $(X/Y) \times 100$ で示されるものである。この伸線加工深度は、線材が伸線加工時に変形を受ける度合を簡易的に推定する尺度となる。例えば、アプローチ角度 $\alpha$ が4.5°で減面率が27.06%の場合、伸線

加工深度は 100%となる。

【0019】そして、存在比Rを上記した式(2)を満足する範囲とするには、線材に生じる真歪 $\epsilon$ が2.0までの範囲の伸線加工は、上記の加工深度が60%以上、好ましくは80%以上のダイスを1つ以上使用して、線材にこの加工深度の伸線加工を施し、また真歪 $\epsilon$ が2.0をこえる範囲の伸線加工は加工深度が30%以上、好ましくは60%以上のダイスを1つ以上使用して、線材にこの加工深度の伸線加工を施すことによって達成し得る。以上のダイスを経ることで、素線の表層部と内部でほぼ同等の伸線加工を受けることになり、耐疲労性を犠牲にすることなしに、引張り強さを高めることができる。なお、伸線加工真歪 $\epsilon$ は、

【数4】

$$\epsilon = 2 \ln (d_0 / d_1)$$

ただし、 $\ln$ ：自然対数

$d_0$ ：伸線前の線材直径

$d_1$ ：伸線後の線材直径

\* 20

\*で定義される。

【0020】なお、上記の伸線加工に先立つパテンティング処理の条件については特に規制する必要はないが、素線の引張強さの向上と傷感受性の低下とを両立するために、パーライト結晶粒度をASTM結晶粒度番号で9以上とすることが好ましい。また線材表面部の脱炭は極力防止することが望ましい。

【0021】

【実施例】直径5.5mmのスチールコード用線材を乾式伸線により所定の線径にまで伸線した後、最終パテンティング処理を施し、次いで連続湿式伸線機により素線を製造した。線材の炭素含有量および最終パテンティング条件と、得られた素線の線径、引張強さおよび回転曲げ疲労限の調査結果とを、表1にそれぞれ示す。

【0022】

【表1】

実験番号	1	2	3	4	5	6	7	8
線材の炭素含有量(重量%)	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82
最終パテンティングを施す前の線材の直径(mm)	2.00	2.00	1.44	1.44	1.44	1.44	2.00	1.44
溶体化温度(°C)	910	910	890	890	890	890	820	810
パーライト変態温度(°C)			600	600	600	600	580	580
パーライトブロックサイズ粒度番号	9	9	10	10	10	10	11	11
パテンティング後の線材の引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )	128	128	129	129	129	129	131	132
パテンティング後の線材の絞り(%)	57	57	56	56	56	56	59	60
湿式伸線のダイススケジュール	A	B	C	D	E	F	A	E
ダイスパス数	22	25	19	20	21	25	22	21
フィラメントの直径(mm)	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18	0.25	0.18
フィラメントの引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )	406	379	416	410	408	378	397	401
フィラメントの回転曲げ疲労限(kgf/mm <sup>2</sup> )	131	102	135	137	135	105	133	134
(111)面/(011)面存在比R	3.9	2.5	4.0	3.9	4.0	2.9	3.8	3.9
計算値R = 0.009T - 0.3	3.35	3.11	3.44	3.39	3.37	3.10	3.27	3.31
計算値R = 0.007T + 0.7	3.54	3.35	3.61	3.57	3.56	3.45	3.48	3.51

【0023】表1において、実験番号7、8は最終熱処理後の線材のパーライトブロックサイズを微細化するために、最終パテンティング処理の際、加熱速度：200°C/sで900°Cまで加熱して線材を溶体化後、50°Cまで急冷して完全なマルテンサイト組織とした後、引き続き表1に示す、各種パテンティング処理を施した。湿式伸線

機におけるダイスパススケジュールは、図5および6に示す、パスA、C、DおよびEに従って行った。また比較として、同程度の伸線加工深度となるパスBおよびFに従う伸線加工も行った。

【0024】なお、素線内部のX線回折法による逆極点図における、(011)面に対する(111)面の存在

比Rは、次のように測定した。すなわち、素線の表層部を測定する試料にはブラسمッキを溶解除去した素線を平行に隙間なく並べて1辺が28mmの正方形としたものを供し、内部を測定する試料にはブラسمッキを溶解除去したのち、さらに硝酸水溶液で素線の体積が50%となる線径まで溶解し、その後ピロ磷酸と硫酸の混合液で化学研磨を施し、次いで平行に隙間なく1辺が28mmの正方形に並べたものを供した。標準試料として150～200\*

	標準試料の 反射強度	測定試料の 反射強度	標準試料に対する 測定試料の反射強度
(011)	a	c	$E = (c/a)$
(111)	b	d	$F = (d/b)$

【0026】また疲労限の測定は回転曲げ疲労試験機により、素線に所定の曲げ応力を加えて $10^6$ 回転後に素線に曲げ応力を加え、素線が破断しない最大曲げ応力を測定して疲労限とした。

【0027】さらに、表1の実験番号1および2の素線をそれぞれ5本別個に撚り合わせた1×5構造のスチールコードを製造した。これらのスチールコードをJIS L1017の参考1.3に記載の疲労強さA法に基づいてゴムに埋設した短冊状の試験片を作成し、 $10^6$ 回転繰り返し曲げ試験を行った後、スチールコードを構成する素線の破断状況を調べた。その結果、実験番号1の素線を使用したコードは、素線の破断が皆無であったのに対し、比較例の素線を使用したコードは素線の破断が随所に起こっていた。

【0028】

【発明の効果】この発明のスチールコードは、高い引張強さと優れた耐疲労性を兼ね備えているため、ゴム製品を軽量化できるとともに耐久性をも向上することがで

\*メッシュの電解鉄粉を使用し、測定装置にはマックス・エンス(株)の3kwX線発生装置に横型ゴニオおよび回転試料台を組み合わせ、試料面法線を特定方向として $2\theta-\theta$ 法で測定を行った。その結果は、表2に示す通りであり、従って(011)面に対する(111)面の存在比Rは、 $F/E$ で示される。

【0025】

【表2】

き、またスチールコードの素線を伸線する際に用いる装置や治具は特別なものを使用する必要がなく、経済的にも有利である。さらには高い引張強さを有しておりながら撚回特性に優れているため、素線を撚り合わせてスチールコードにする際に断線を発生することがなく、撚線の生産性を阻害することがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】素線の直径と引張強さとの関係を示すグラフである。

【図2】素線の引張り強さおよび撚回値を示すグラフである。

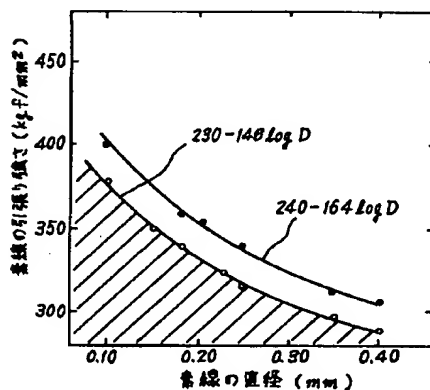
【図3】(111)面/(011)面の存在比Rと素線の引張強さとの関係を示すグラフである。

【図4】加工深度の定義を説明する模式図である。

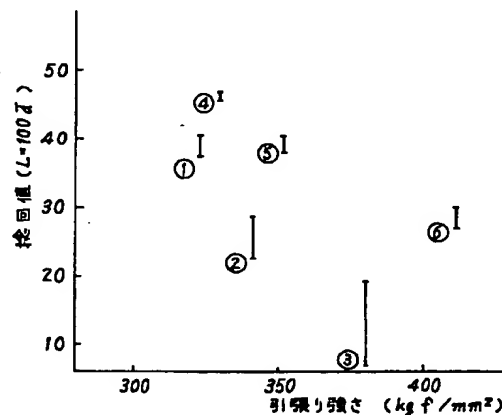
【図5】湿式伸線時のダイスパススケジュールを示す図である。

【図6】湿式伸線時のダイスパススケジュールを示す図である。

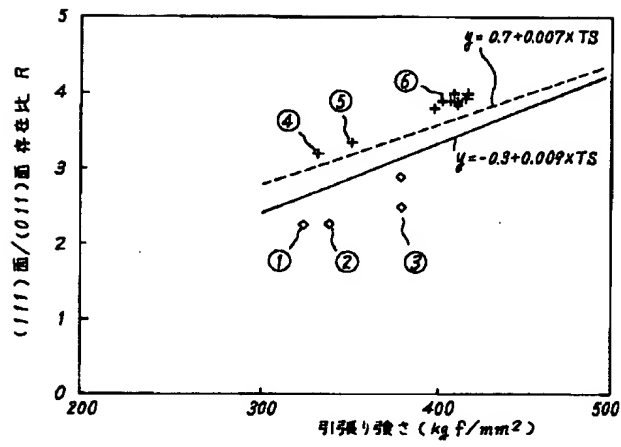
【図1】



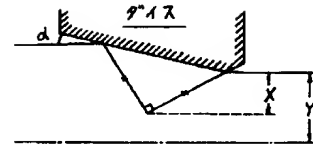
【図2】



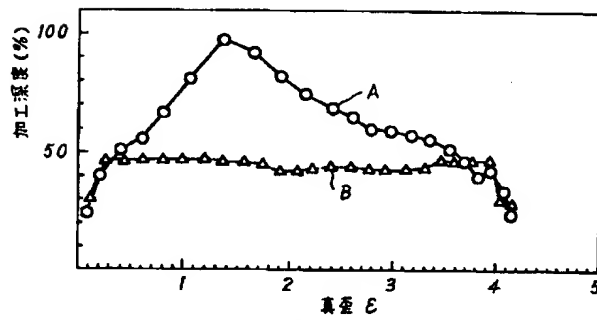
【図3】



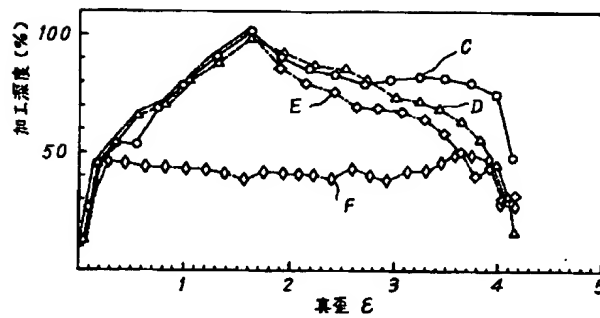
【図4】



【図5】



【図6】





## \* NOTICES \*

The Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention tends to attain lightweight-izing of rubber goods, and the enhancement in endurance by giving the fatigue resistance which was excellent in especially the steel code with high tensile strength about the technique of manufacturing the steel code and this code which are used as reinforcing materials of rubber goods, such as a pneumatic tire and a conveyor belt.

[0002]

[Description of the Prior Art] Improving [ the fatigue resistance of a steel code ] \*\* is advantageous to especially the improvement of the thing for which the tensile strength of the steel code with which rubber goods are reinforced is raised to lightweight-ization of rubber goods, and rubber goods are reinforced with a fewer or thinner steel code, and the endurance of rubber goods. Therefore, the request to the intensity of a steel code and fatigue-resistant enhancement is still stronger.

[0003] The thing for which the carbon content of the wire rod used as the raw material of a steel code is raised rather than a common wire rod as the technique of improving the intensity of a steel code, raising the rate of a wire drawing, etc. are proposed. However, if the carbon content of a strand is raised or the rate of a wire drawing is enlarged, a new problem [ say / that the fatigue resistance of a steel code is spoiled ] will occur. Then, in order to improve the fatigue resistance of a code, composition of the wire rod used as the raw material of a steel code is high-alloy-ized, an organization is made into a fine pearlite or the attempt of decreasing the nonmetallic inclusion contained in a wire rod is made.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to use an expensive element, and for the raw material cost of a steel code to go up and to, decrease the nonmetallic inclusion in a wire rod as much as possible on the other hand, a manufacturing process becomes complicated, imitates the increase of a cost, and is economically disadvantageous anyway the \*\* sake. Even if it manufactured the steel code using still such a wire rod, there was a case where high tensile strength and high fatigue resistance could not necessarily be satisfied simultaneously. Especially a fatigue-resistant fall is a serious problem, in order for several [ of the strand which constitutes a steel code from load loaded condition, such as a tire by repeat bending in the rubber goods on which bending acts repeatedly ] to fracture, and for it to progress to code fracture, as a result to be connected with the fatigue breaking of rubber complex, i.e., a tire.

[0005] Then, it is in the purpose of this invention offering the steel code which was compatible in the fatigue resistance which was excellent with high tensile strength, and its manufacture technique.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Artificers about the relation between the tensile strength of the strand which constitutes a steel code, and fatigue resistance If for example, the degree of wire drawing of the strand which constitutes a steel code is enlarged as a result of repeating a study in a steel code zealously using the wire rod usually used, and tensile strength is raised As a result of the way of the workability of the cortex section becoming high compared with the core of a strand and the ductility of the cortex section falling so that it becomes the degree of high wire drawing, when it examined by a strand twisting, it found out that it was in the few inclination which is twisted and is fractured by the number of times. It is important to raise the tensile strength of the whole strand to increase the tensile strength of a strand, and, for that, it is required to perform a wire drawing even to the interior of a strand.

[0007] This invention is the steel code which twisted two or more strands which consist of high-carbon steel. namely, this strand The diameter D (mm) and tensile-strength T (kgf/mm<sup>2</sup>) The following formula (1) Are in the relation to satisfy and it centers on the shaft of a strand. Abundance ratio R of a field to a field (011) (111) in the interior of a strand which occupies 50% of the volume is related with tensile strength T of a strand, and it is the following formula (2). It is the steel code for rubber goods reinforcement characterized by being satisfied.

[Equation 3]

記

$$T \geq 230 - 148 \log D \text{ ---- (1)}$$

$$R \geq 0.009 T - 0.3 \text{ ---- (2)}$$

[0008] This steel code to the wire rod for steel codes which consists of high-carbon steel true-strain epsilon produced in a wire rod in case a reduction of area gives 90% or more of a wire drawing -- 2.0 As for the wire drawing of a domain, a manipulation depth uses 60% or more of one or more dies. up to -- True-strain epsilon is 2.0. A manipulation depth uses 30% or more of one or more dies, and the wire drawing of the domain which surpasses can manufacture them advantageously by twisting two or more [ which ended and obtained the last wire drawing / of a strand ].

[0009]

[Function] It can be considered that especially contribution of the degree of wire drawing is large, and the tensile strength of a strand is proportional to the degree of wire drawing mostly although it mainly depends on the tensile strength of the wire rod after the last heat treatment, and the subsequent degree of wire drawing for the tensile strength of the strand which constitutes a steel code. However, an upper limit is in the degree of wire drawing, and the wire drawing which can give high tensile strength, without disconnecting in order to disconnect in the middle of a wire drawing, if the high manipulation beyond it is performed will be restricted to a very narrow domain. Therefore, the tensile strength of a strand will be proportional to the diameter of a strand.

[0010] Oblique-line field, i.e.,  $T <$ , since tensile-strength  $T$  (kg/mm<sup>2</sup>) of the strand which constitutes the code currently produced commercially has an upper limit in the degree of wire drawing as mentioned above as the relation between the diameter of a strand and tensile strength is shown in drawing 1 It is in  $230-148\log D$ .

[0011] On the other hand, if the strand of  $T \geq 230-148\log D$  is obtained, sufficient strong force for a code can be given, therefore lightweight-ization of rubber goods can be attained. Then, let tensile-strength  $T$  of the strand which constitutes a code be the domain of  $T \geq 230-148\log D$  in this invention. When applying to the rubber goods with which a cruel service condition like especially a tire is imposed, it is desirable to make tensile-strength  $T$  into the domain of  $T \geq 240-164\log D$ .

[0012] Since the strand which has the above high tensile strength has the fatigue-resistant remarkable degradation on the theory mentioned above when tensile strength was raised to  $T \geq 230-148\log D$ , although it could manufacture in laboratory, the present condition is having come to obtain the product code in a industrial scale. That is, since the fatigue resistance which is sufficient for practical use though high tensile strength is given is unmaintainable, the code of tensile strength high after all is not produced commercially.

[0013] When tensile strength was raised, since it originated in the blemish sensitivity of a strand cortex becoming high, especially the phenomenon in which fatigue resistance would fall if tensile strength is raised to  $T \geq 230-148\log D$  was variously examined about a means to suppress elevation of this blemish sensitivity. Consequently, formula which abundance ratio  $R$  of a field to a field (011) (111) in the interior of a strand which occupies 50% of the volume focusing on the shaft of a strand described above about tensile strength  $T$  of a strand (2) That it is satisfied studied that it was very advantageous to a fall of a blemish sensitivity.

[0014] It is the formula (2) which specifically described above abundance ratio  $R$  of a field to a field (011) (111) in the reverse pole figure by the X-ray diffraction method inside a strand. Though high tensile strength is offered in order that the compressive stress at the time of a wire drawing may work even to a strand core by considering as a domain, a blemish sensitivity is low, therefore the strand excellent in fatigue resistance can be obtained.

[0015] About the strand of \*\* to \*\* shown in drawing 2, it is JIS. G3522 piano wire and 6.2 When it twisted and \*\*\*\*\* was measured according to the examination, that the \*\*\*\*\* property is inferior and there is a problem practically made clear the strand of \*\* to \*\* by which the wire drawing was carried out by the die pass schedule with a low manipulation depth. Then, the following formula was experimentally drawn as a field excellent in tensile strength and \*\*\*\*\* from the relation between abundance ratio  $R$  of the field over a field (011) (111) in the interior which occupies 50% of a volume focusing on the shaft of the strand shown in drawing 3, and tensile strength, and the relation of \*\*\*\*\* and tensile strength which were shown in drawing 2.

$R \geq 0.009 T - 0.3$  -- in addition, the ground which limited measurement of the abundance ratio of a field (111)/(011) field to 50% volume inside a strand is for seeing the effect of the manipulation depth at the time of a wire drawing that is, although the manipulation depth came out and there was to the radius of a wire rod, it corresponded to about 50% 30% when making it the volume, and the interior of below 50% volume inside a strand could also be measured, it could be 50% from the creation of a sample, and the point of the accuracy of measurement Moreover, it is this abundance ratio  $R$   $R \geq 0.007 T + 0.7$  A domain, then the strand of still high \*\*\*\*\* can be obtained, the open circuit at the time of a stranded wire can be avoided, and the fatigue resistance in a code may be improved more.

[0016] Next, formula which described abundance ratio  $R$  above (2) As for the concrete technique made into the domain to satisfy, it is good for a wet continuity wire drawing to perform the last wire drawing. First, the temperature rise of a strand by generation of heat accompanied by a wire drawing is stopped by performing a wire drawing in a lubricant. Furthermore, a manufacture of the strand which offers high tensile strength and is excellent in fatigue resistance is attained by regulating the wire-drawing conditions of the last wire drawing as follows.

[0017] That is, in order to change with the degree [ of approach angle ]  $\alpha$  of the reduction of area and each die in each die and to equalize the degree of wire drawing of the cortex section of a strand, and the interior, as for the degree of wire drawing of a strand, it is advantageous to adjust the wire-drawing depth with consideration to an above-mentioned reduction of area and the above-mentioned degree of approach angle.

[0018] This wire-drawing depth is  $x(X/Y) 100$ , when it sets to  $Y$  distance from the front face of the wire rod which came out of the die to a wire rod center and distance from the summit of two equilateral triangles which make a base the fraction

to which the wire rod is in contact with the approach section of the die of degree [ of approach angle ] alpha to the wire rod front face by the side of die appearance is set to X in a wire drawing, as shown in drawing 4 . It is shown. This wire-drawing depth turns into the scale which presumes in simple the degree in which a wire rod receives deformation at the time of a wire drawing. For example, degree [ of approach angle ] alpha A reduction of area at 4.5 degrees When it is 27.06%, it is a wire-drawing depth. It becomes 100%.

[0019] And formula which described abundance ratio R above (2) In order to consider as the domain to satisfy True-strain epsilon produced in a wire rod is 2.0. The wire drawing of the domain of until The above-mentioned manipulation depth uses 80% or more of one or more dies preferably 60% or more. The wire drawing of this manipulation depth is given to a wire rod, and true-strain epsilon is 2.0. 30% or more, a manipulation depth uses 60% or more of one or more dies preferably, and can attain the wire drawing of the domain which surpasses by giving the wire drawing of this manipulation depth to a wire rod. Tensile strength can be raised, without receiving an almost equivalent wire drawing and sacrificing fatigue resistance the cortex section and inside a strand, by passing through the above die. In addition, wire-drawing true-strain epsilon is [Equation 4].

$$\epsilon = 2 \ln (d_o / d_i)$$

ただし、ln : 自然対数

$d_o$  : 伸線前の線材直径

$d_i$  : 伸線後の線材直径

It comes out and defines.

[0020] In addition, although it is not necessary to regulate especially, the conditions of the patenting treatment which precedes the above-mentioned wire drawing, therefore since it is compatible in the enhancement in the tensile strength of a strand, and a fall of a blemish sensitivity, it is desirable to make a pearlite grain size number or more into nine by ASTM grain-size-number number. Moreover, as for decarbonization of the wire rod surface section, preventing as much as possible is desirable.

[0021]

[Example] Diameter of 5.5mm After carrying out the wire drawing of the wire rod for steel codes even to a predetermined wire size by the dry wire drawing, the last patenting treatment was given and, subsequently the strand was manufactured with the continuity wet-drawing machine. The carbon content of a wire rod and the last patenting conditions, and the results of an investigation of the wire size of the obtained strand, tensile strength, and a rotation bending fatigue limit are shown in Table 1, respectively.

[0022]

[Table 1]

実験番号	1	2	3	4	5	6	7	8
線材の炭素含有量 (重量%)	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82
最終パテンティングを施す前の線材の直径 (mm)	2.00	2.00	1.44	1.44	1.44	1.44	2.00	1.44
溶体化温度 (°C)	910	910	890	890	890	890	820	810
パーライト変態温度 (°C)			600	600	600	600	580	580
パーライトブロックサイズ粒度番号	9	9	10	10	10	10	11	11
パテンティング後の線材の引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	128	128	129	129	129	129	131	132
パテンティング後の線材の絞り (%)	57	57	56	56	56	56	59	60
湿式伸線のダイススケジュール	A	B	C	D	E	F	A	E
ダイスパス数	22	25	19	20	21	25	22	21
フィラメントの直径 (mm)	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18	0.25	0.18
フィラメントの引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	406	379	416	410	408	378	397	401
フィラメントの回転曲げ疲労限 (kgf/mm <sup>2</sup> )	131	102	135	137	135	105	133	134

(1 1 1) 面 / (0 1 1) 面存在比R	3.9	2.5	4.0	3.9	4.0	2.9	3.8	3.9
計算値R = 0.009T - 0.3	3.35	3.11	3.44	3.39	3.37	3.10	3.27	3.31
計算値R = 0.007T + 0.7	3.54	3.35	3.61	3.57	3.56	3.45	3.48	3.51

[0023] In order that experimental run numbers 7 and 8 may make detailed the pearlite block size of the wire rod after the last heat treatment in Table 1, it is a heating rate in the case of the last patenting treatment. : 200 degrees C/[ in s ] It heated to 900 degrees C, and after having quenched the wire rod to 50 degrees C and making it into perfect martensitic structure after solution-izing, the various patenting treatments succeedingly shown in Table 1 were given. The die pass schedule in a wet-drawing machine was performed according to the passes A, C, D, and E shown in drawings 5 and 6. Moreover, the wire drawing according to the passes B and F which serve as a wire-drawing depth of the same grade as a comparison was also performed.

[0024] In addition, abundance ratio R of a field to a field (011) (111) in the reverse pole figure by the X-ray diffraction method inside a strand was measured as follows. Namely, what arranged the strand which carried out the lysis elimination of the blas plating in the sample which measures the cortex section of a strand that there is no opening in parallel, and was made into the square whose one side is 28mm is offered. After carrying out the lysis elimination of the blas plating at the sample which measures the interior, it melted to the wire size from which the volume of a strand becomes 50% in the nitric-acid aqueous solution further, the chemical polishing was performed with the mixed liquor of a pyrophosphoric acid and a sulfuric acid after that, and what was subsequently arranged in the square whose one side is 28mm that there is no opening in parallel was offered. It is 150-200 as a standard sample. It measured by the 2theta-theta method, having used the electrolytic iron powder of a mesh, having combined horizontal-type \*\*\*\*\* and the rotation sample base with 3kwX line generator of \*\*\*\*\* Science at the measuring device, and having used the sample side normal as the specific orientation. The result is as being shown in Table 2, therefore (011) abundance ratio R of a field to a field (111) is shown by F/E.

[0025]

[Table 2]

	標準試料の 反射強度	測定試料の 反射強度	標準試料に対する 測定試料の反射強度
(0 1 1)	a	c	$E = (c / a)$
(1 1 1)	b	d	$F = (d / b)$

[0026] Moreover, predetermined bending stress is applied to a strand by the rotation bending fatigue tester, and measurement of a fatigue limit is 106. Bending stress was applied to the strand after rotation, the skin bending stress which a strand does not fracture was measured, and it considered as the fatigue limit.

[0027] Furthermore, the steel code of 1x5 structure which twisted separately five strands of the experimental run numbers 1 and 2 of Table 1, respectively was manufactured. It is JIS about these steel codes. Reference 1.3 of L1017 The strip-of-paper-like test piece laid under the rubber based on the fatigue-strength A method of a publication is created, and it is 106. After performing a time flex test, the fracture status of the strand which constitutes a steel code was investigated. Consequently, as for the code which used the strand of the example of a comparison, fracture of a strand had happened everywhere to nothing having been [ whose fracture of a strand ] that there was nothing as for the code which used the strand of an experimental run number 1.

[0028]

[Effect of the Invention] The equipment or the fixture which are used in case it can also improve endurance while it can carry out [ lightweight ]-izing of the rubber goods, since the steel code of this invention has the fatigue resistance which was excellent with high tensile strength, and the wire drawing of the strand of a steel code is carried out do not need to use a special thing, and are economically advantageous. Since it excels in the \*\*\*\* property, having still high tensile strength, in case a strand is twisted and it is made a steel code, an open circuit is not generated and the productivity of a stranded wire is not checked.

[Translation done.]